

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 59165428
PUBLICATION DATE : 18-09-84

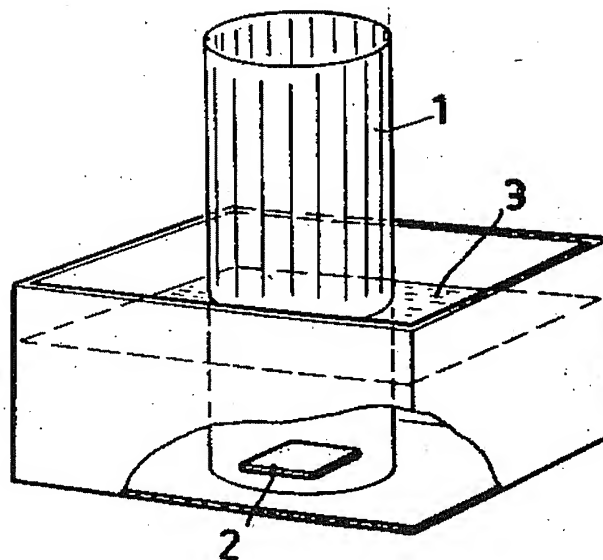
APPLICATION DATE : 10-03-83
APPLICATION NUMBER : 58038322

APPLICANT : AGENCY OF IND SCIENCE &
TECHNOL;

INVENTOR : MITA AKIRA;

INT.CL. : H01L 21/306 B23K 26/00

TITLE : MANUFACTURE OF DIFFRACTION
GRATING



ABSTRACT : PURPOSE: To form a periodic structure on the surface of a semiconductor without deteriorating composition and crystal of semiconductor as a diffraction grating by irradiating the surface of semiconductor within the photo chemical etchant with a linearly polarized single laser light.

CONSTITUTION: When a semiconductor base plate 2 within a photo chemical etchant 3 is irradiated with a linearly polarized single laser light, a diffraction grating pattern is formed on the surface of substrate on the basis of the incident light and interference of surface magnetic wave induced by such incident light. The intensive field area of semiconductor surface is more quickly etched than the weak field area and a pattern consisting of concaved and convexed areas is formed in the same interval as that of diffraction grating pattern. Depth and shape of concaved groove are determined by an output of laser light, irradiation time, etchant and a kind of semiconductor. When wavelength of laser light and angle of receiving the light at the semiconductor substrate are changed, an interval of irregular areas also changes and thereby an interval of diffraction grating can be adjusted.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—165428

⑮ Int. Cl.³

H 01 L 21/306

B 23 K 26/00

識別記号

庁内整理番号

J 8223—5F

7362—4E

⑯ 公開 昭和59年(1984)9月18日

発明の数 1

審査請求 有

(全 3 頁)

⑭ 回折格子の製造方法

⑰ 特 願 昭58—38322

⑱ 出 願 昭58(1983)3月10日

⑲ 発 明 者 塚田紀昭

川崎市中原区上小田中1333光応
用システム技術研究組合光技術
共同研究所内

⑳ 発 明 者 菅田純雄

㉑ 発 明 者 三田陽

川崎市中原区上小田中1333光応
用システム技術研究組合光技術
共同研究所内

川崎市中原区上小田中1333光応
用システム技術研究組合光技術
共同研究所内

㉒ 出 願 人 工業技術院長

明 細 書

1. 発明の名称

回折格子の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 直線偏光単一レーザ光をフォトケミカルエッチング溶液中の半導体表面に照射し、該半導体表面に平行な多数の凹凸条を形成することを特徴とする回折格子の製造方法。

(2) 半導体がガリウム砒素である特許請求の範囲第1項記載の回折格子の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は半導体表面に回折格子を製造する方法に関する。

回折格子は光を回折させてスペクトルを得るのに用いられており、これまで、高精度の送り機構で格子材料を一定間隔ずつ移動させながらダイヤモンドバイトにより溝を細かく刻んで作られていたが、最近ではレーザ光の回折と干渉とホトリソグラフィを利用したホログラフィッ

ク回折格子が開発され、分布帰還 (DFB) レーザ、グレーティングレンズやレーザと導波路の結合に使用され、今後、光集積回路の製造、開発に寄与されることになる。

しかるにこのホトリソグラフィを利用した回折格子の製造方法ではフォトレジストによるマスク作成過程が不可欠で、回折格子を作成後このフォトレジストマスクを取除く必要がある。格子材料として半導体表面に上述の如くフォトレジスト塗布、ベーキング、エッチング、フォトレジスト除去を行うと、半導体表面の組成、結晶性等に影響を与えるので、上述の方法により作成した回折格子上に再び高品質の結晶を行うのは困難である。

このようにホトリソグラフィを利用した回折格子の製造方法は多くのプロセスを要するため経済的でなく、更に得られた製品についても問題があつた。

更に半導体或るいは誘電体に強力なレーザ光を照射すると (レーザアニール)、その照射表

面に周期的な損傷が形成されることが知られている。即ち、YAG レーザ等より発振される直線偏光単一レーザ光はレーザ光の波長を λ とし、レーザ光の基板表面への入射角を θ とすると、レーザ光の電界がレーザ入射面に平行の場合、即ち P-偏光の場合には上記レーザ光の電界方向にほぼ垂直方向に周期が $\lambda \pm = \lambda / (1 \pm \sin \theta)$ で与えられる周期の異なる 2 種類の縞が観察され、一方、レーザ光の電界がレーザ入射面に垂直な場合、即ち、S-偏光の場合には損傷の周期が $\lambda_0 = \lambda / \cos \theta$ で与えられる。

上述の如く、半導体表面が溶けるような強力なレーザ光を用いて周期構造を作成する方法では半導体の組成や結晶性が損なわれ実用的ではない。更に、ガリウム砒素やインジウム燐等の化合物半導体の場合、その構成元素の蒸気圧がかなり異なるため、強力なレーザ光の照射により蒸気圧の高い元素が蒸発してしまい、蒸気圧の低い元素が表面に残り、例えばガリウム砒素化合物半導体の場合、砒素が蒸発し、ガリウム

成する凹条の溝の深さ及び形状は、レーザ光の出力、照射時間、エッチング液、半導体の種類等により決定されるが、凹凸の深さは $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 程度であり、形成する凹凸条の溝の間隔は、エッチング液の屈折率を n 、レーザ光の波長を λ とすると、垂直入射の場合 λ/n となり、レーザ光の波長を変えらるることにより制御することができる。また、照射するレーザ光に対して半導体基板の受光する角度を変えると、形成する凹凸条の間隔も変ることになり、回折格子の間隔を調整することができる。

格子材料として用いる半導体としては、Si、Ge 等の IV 族半導体及び III-V 族化合物半導体が挙げられ、特に電子移動度が大きく、光・電子素子材料に用いられている蒸気圧の異なる元素で構成されているガリウム砒素に対しても容易に回折格子を形成することができる。

フォトケミカルエッチング溶液としては通常半導体のフォトケミカルエッチングに用いている組成の溶液を用いることができ、格子材料と

だけが残るため、完全な周期構造が得られなかった。

この発明の目的は上記の如き周期構造を半導体の組成及び結晶性を損うことなく半導体表面に形成し、回折格子とする方法を提供することにある。

上記の目的を達成するため、この発明による回折格子の製造方法は直線偏光単一レーザ光をフォトケミカルエッチング溶液中の半導体表面に照射して、該半導体表面に平行な多数の凹凸条を形成することを特徴とする。

この発明を添付の図面に基き説明すると、直線単一レーザ光 1 をフォトケミカルエッチング溶液 3 中の半導体基板 2 へ照射することによつて、基板表面上に入射光とこれにより半導体表面に誘起された表面電磁波の干渉に基く回折格子状パターンが形成し、半導体表面の電界の強い部分は電界の弱い部分に較べて早くエッチングされることとなり、回折格子状パターンと同じ間隔の凹凸条模様が形成することになる。形

して用いる半導体により適宜選択して用いる。また使用するレーザとしては、直線偏光単一レーザ光を発振するレーザ、例えば YAG レーザ、ヘリウムネオンレーザ、アルゴンレーザ、クリプトンレーザ等が用い得る。

上述の如く、フォトケミカルエッチング液中に半導体基板を浸漬させ、 $0.1 \sim 100 \text{ W/cm}^2$ 程度の出力の直線偏光単一レーザ光を浸漬した基板上に 3~10 分照射することにより半導体基板上に λ/n 間隔で凹凸の高さ $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 程度の回折格子が形成することになる。

第 2 図は半導体基板に局部的に間隔或いは方向の異なる複数の回折格子を形成する方法を示し、容器 4 内にはフォトケミカルエッチング溶液 3 が入っており、半導体基板 2 は回転支持軸 5 によりエッチング溶液 3 中を上下動及び回転し得るよう支持されている。容器 4 の一側面には透明の窓 6 が設けられ、その外側には $1/2$ 波長板 7 が回転できるように設けられている。

レーザよりのレーザ光 1 はレンズ 8 により特

定の大きさに調整された後、波長板7、窓6を通つて、エッチング溶液3中の半導体基板2を照射する。半導体基板2は予じめ回転支持軸5を駆動して回折格子を形成する位置に上記のレーザー光を照射させるように位置させ、所定の時間固定して、レーザー光を照射して回折格子が形成したら、レーザー光の照射を停止して、半導体基板を移動させて、次に回折格子を形成する位置にレーザー光を照射させるようにする。このとき、半導体基板のレーザー光の受光する角度を変えることによつて形成する回折格子の間隔を制御することができる。

また、窓6の外側に設けられた波長板7を45°回転させると、半導体基板に形成する回折格子の方向が90°変ることとなる。従つて、波長板の回転により回折格子の形成する方向を任意に設定することができ、一つの半導体基板内の任意の位置に寸法、間隔、方向の異なる複数の回折格子を容易に形成することができ、ガリウム砒素の如き、蒸発し易い砒素成分を含む化

合物半導体に回折格子を形成する場合に於ても、溶液中にて非常に弱いレーザー光を照射して製造するので、砒素の蒸発を防ぐことができ、成分比の変らない回折格子を形成した半導体を得ることができる。

この発明は上記の説明で明らかなように、マスクを用いることなく、半導体表面の任意の位置に間隔、方向の異なる回折格子を形成することができ、光集積回路の構成に著しく貢献することとなる。

次にこの発明の実施例を述べる。 $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}$ が1:1:30の組成のフォトリソグラフィ溶液にGaAs(3mm×3mm)を浸漬し、上部よりYAGレーザーよりのレーザー光(波長0.53μm)を1W/cm²の出力で10分間照射した結果、半導体表面全体に0.4μmの等間隔で、高さ0.02μmの凹凸条が形成し、形成した凹凸条は回折格子として使用することができた。

4 図面の簡単な説明

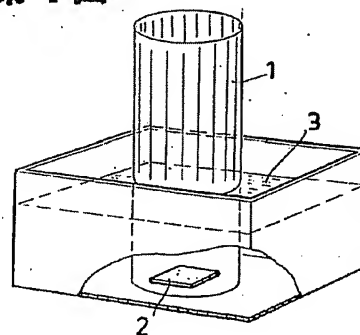
第1図は本発明による回折格子の製造方法の

一例を示す斜面図、第2図は本発明による回折格子の製造方法の他の例を示す断面図である。

図中、1はレーザー光、2は半導体基板、3はフォトリソグラフィエッチング溶液を示す。

特許出願人 工業技術院長
石坂 誠一

第1図



第2図

